บทที่ 6
การควบคุมงานคุณภาพวัสดุ

ในปัจจุบันงานก่อสร้างสะพานไม่ว่าจะเป็นสะพานขนาดใหญ่ ขนาดกลาง หรือสะพานขนาดเล็ก ส่วนใหญ่มักใช้คอนกรีตเป็นส่วนประกอบหลักในโครงสร้างส่วนต่างๆ ของสะพาน เช่น เสาเข็ม ตอม่อ เสา คาน พื้น ราวสะพาน และส่วนประกอบอื่นๆ เนื่องจากคอนกรีตเป็นวัสดุก่อสร้างที่มีคุณสมบัติหรือลักษณะที่โดดเด่นกว่าวัสดุก่อสร้างชนิดอื่น เช่น สามารถหล่อให้มีรูปร่างต่างๆ ได้ตามที่ต้องการ มีความแข็งแรงคงทนสูง มีอายุการใช้งานยาวนาน และมีราคาถูกกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุก่อสร้างชนิดอื่น เช่น ไม้ หรือเหล็กรูปพรรณ เป็นต้น

6.1 คอนกรีต

คอนกรีต (Concrete) คือ วัสดุก่อสร้างชนิดหนึ่งที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในงานก่อสร้างประเภทต่างๆ ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน เพราะเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติหลายประการที่เหมาะสม อาทิเช่น สามารถหล่อขึ้นรูปร่างตามที่ต้องการได้ มีความคงทนสูง ไม่ติดไฟ สามารถเทหล่อได้ในสถานที่ก่อสร้าง ตกแต่งผิวให้สวยงามได้ และที่สำคัญคือมีราคาไม่แพง โดยเฉพาะเมื่อเปรียบเทียบกับราคาเหล็กรูปพรรณ

โดยทั่วไป คอนกรีตประกอบด้วยส่วนผสมพื้นฐาน 2 ส่วน คือ

1) ซีเมนต์เพสต์ (Cement Paste) ได้แก่ ปูนซีเมนต์ น้ำและสารผสมเพิ่ม
2) มวลรวม (Aggregates) ได้แก่ มวลรวมละเอียดหรือทราย และมวลรวมหยาบ ได้แก่ หินหรือกรวด

เมื่อนำส่วนผสมต่างๆ เหล่านี้มาผสมกันจะได้คอนกรีตที่คงสภาพเหลวอยู่ช่วงเวลาหนึ่งพอที่จะนำไปเทลงในแบบหล่อที่มีรูปร่างตามต้องการได้ เรียกคอนกรีตในสภาพนี้ว่า “คอนกรีตสด (Fresh Concrete)” หลังจากนั้นคอนกรีตจะเปลี่ยนสภาพเป็นของแข็งในเวลาต่อมา โดยจะมีกำลังหรือความแข็งแรงมากขึ้นตามอายุที่เพิ่มขึ้น และเมื่อมีคุณสมบัติผ่านข้อกำหนดงานคอนกรีตตามที่ออกแบบไว้ จึงจะสามารถเปิดใช้งานรับน้ำหนักได้ต่อไป เรียกคอนกรีตภายหลังจากการเปลี่ยนสภาพเป็นของแข็งแล้วนี้ว่า “คอนกรีตแข็งตัวแล้ว (Hardened Concrete)” (ชัชวาลย์ เศรษฐบุตร และคณะ 2548, 116)

โดยทั่วไปงานก่อสร้างสะพานส่วนใหญ่ มักจะก่อสร้างด้วยคอนกรีตเสริมเหล็ก (คสล.) และคอนกรีตอัดแรง (คอร.) นอกจากนั้น ยังมีพื้นที่บางแห่งโดยเฉพาะจังหวัดที่อยู่ติดทะเลหรือชายฝั่งทะเลที่มีลักษณะเป็นดินเค็มหรือน้ำเค็ม จำเป็นต้องใช้คอนกรีตที่มีคุณสมบัติพิเศษในการป้องกันซัลเฟต และคลอไรด์ซึมผ่านเนื้อคอนกรีตได้โดยง่าย ผู้ออกแบบจึงต้องกำหนดคุณสมบัติของคอนกรีตที่ต้องใช้วัสดุบางชนิดผสมเพิ่มเติมในปูนซีเมนต์ หรือสารผสมเพิ่มของคอนกรีต ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ วัสดุเฉื่อย (Inert Materials) วัสดุซีเมนต์ (Cementing Materials) และวัสดุปอซโซลาน (Pozzolanic Materials) โดยปกติผู้ออกแบบมักจะกำหนดให้ใช้วัสดุปอซโซลานเป็นส่วนผสมคอนกรีตป้องกันน้ำเค็ม เนื่องจากเป็นวัสดุที่หาได้ง่ายในประเทศไทย ราคาไม่แพง สามารถขนส่งได้สะดวกรวดเร็ว ไม่กระทบต่อราคาค่างานและระยะเวลาก่อสร้าง ดังนั้นโรงงานผลิตคอนกรีตผสมเสร็จ (Ready Mix Concrete) ส่วนใหญ่มักใช้ เถ้าลอย (Fly Ash)

ซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้จากการเผาถ่านหินเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าจากโรงงานไฟฟ้าแม่เมาะ จังหวัดลำปาง ตัวอย่างคอนกรีตป้องกันน้ำเค็ม เช่น มารีนคอนกรีต เป็นต้น ซึ่งคอนกรีตที่มีคุณสมบัติป้องกันผลกระทบจากน้ำทะเลนั้น สามารถนำมาใช้ได้ทั้งคอนกรีตสำหรับงานโครงสร้างชนิดหล่อในที่ที่ไม่ต้องการกำลังรับแรงอัดสูงในระยะเวลาสั้น และคอนกรีตสำหรับงานโครงสร้างชนิดคอนกรีตอัดแรงที่ต้องการกำลังรับแรงอัดสูงในระยะเวลาสั้น (High Early Strength) อีกด้วย

6.2 วัสดุที่ใช้ในงานคอนกรีต

งานคอนกรีต ซึ่งประกอบด้วยส่วนผสมต่าง ๆ ได้แก่ ปูนซีเมนต์ หิน ทราย และน้ำเป็นส่วนผสมหลัก นอกจากนั้น อาจมีสารผสมเพิ่มอยู่ด้วยกรณีที่เป็นคอนกรีตผสมเสร็จ (Ready Mix Concrete) ดังนั้น การควบคุมงานคอนกรีต ผู้ควบคุมงานจะต้องควบคุมกำกับดูแลทั้งคุณสมบัติและคุณภาพของวัสดุชนิดต่าง ๆ ให้ถูกต้องครบถ้วนตามเกณฑ์และข้อกำหนดในรูปแบบรายละเอียด และสัญญาจ้างกำหนดไว้ โดยมีรายละเอียดหลักเกณฑ์ในการตรวจสอบควบคุมคุณสมบัติและคุณภาพของวัสดุชนิดต่าง ๆ ดังนี้

6.2.1 ปูนซีเมนต์

ปูนซีเมนต์ที่ใช้ในงานโครงสร้างของสะพานทั้งหมดให้ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.15) เป็นมาตรฐานปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ โดยปกติงานก่อสร้างสะพานมักจะใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์อยู่ 2 ประเภท ดังนี้

1) ประเภท 1 เป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดา สำหรับใช้ในการก่อสร้างทั่วไป

2) ประเภท 3 เป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทรับแรงอัดสูงในระยะเวลาสั้น (High Early Strength Portland Cement) สำหรับใช้ในงานคอนกรีตที่ต้องการให้รับน้ำหนักได้เร็ว เช่น งานคอนกรีตอัดแรง เป็นต้น

6.2.2 วัสดุปอซโซลาน (Pozzolanic Materials)

วัสดุปอซโซลานที่นำมาใช้ปรับคุณสมบัติของคอนกรีตเพื่อป้องกันผลกระทบจากน้ำทะเลหรือน้ำเค็ม จะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM – C618 ซึ่งมีผู้ให้คำจำกัดความของวัสดุปอซโซลานไว้ว่า “วัสดุปอซโซลานเป็นวัสดุที่มีซิลิกาหรือซิลิกาและอลูมินาเป็นองค์ประกอบหลัก โดยทั่วไปแล้ววัสดุปอซโซลานจะไม่มีคุณสมบัติในการยึดประสานแต่ถ้าวัสดุปอซโซลานมีความละเอียดมาก และมีน้ำหรือความชื้นที่เพียงพอจะสามารถทำปฏิกิริยากับแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่อุณหภูมิปกติ ทำให้ได้สารประกอบที่มีคุณสมบัติในการยึดประสาน” (รศ.ดร.ชัย จาตุรพิทักษ์กุล และ วีรชาติ ตั้งจิรภัทร 2549, 2)

การนำวัสดุปอซโซลานมาใช้เป็นส่วนผสมคอนกรีตป้องกันน้ำเค็มในงานก่อสร้างสะพานโดยปกติจะมีอยู่ 2 ประเภทหลัก ได้แก่

1) คอนกรีตสำหรับโครงสร้างหล่อในที่ ที่ไม่ต้องการกำลังรับแรงอัดสูงในระยะสั้น เช่น งานโครงสร้างตอม่อ พื้นทับหน้าบนคานพื้นสะพาน (Topping Slab on Girder) ทางเท้าและราวสะพาน เป็นต้น ซึ่งสามารถออกแบบส่วนผสมได้โดยไม่ต้องคำนึงถึงระยะเวลาในการพัฒนากำลังอัดของคอนกรีตมากนัก

2) คอนกรีตสำหรับโครงสร้างคอนกรีตอัดแรง ที่ต้องการกำลังรับแรงอัดสูงในระยะเวลาสั้น (High Early Strength) เช่น เสาเข็ม คานพื้นสะพาน (Plank Girder Box Girder I-Girder และ Box Segment Girder)

โดยทั่วไปการใช้วัสดุปอซโซลาน คือ เถ้าลอย (Fly Ash) เป็นวัสดุผสมเพิ่มทดแทนซีเมนต์ ทำให้สามารถลดปริมาณซีเมนต์ลงได้ส่วนหนึ่ง ทั้งนี้เนื่องจากเถ้าลอย (Fly Ash) มีลักษณะทางกายภาพเป็นรูปทรงกลมผิวเรียบเมื่อเทียบกับซีเมนต์ซึ่งมีผิวขรุขระ ดังนั้น ปริมาณน้ำที่จะต้องใช้ในการทำปฏิกิริยา Hydration เพื่อทำให้เกิดการแข็งตัวของคอนกรีตในตอนต้นก็จะน้อยลง ข้อดีของการลดปริมาณน้ำ คือ ทำให้คอนกรีตมีความพรุนน้อยลง การละลายจำพวกเกลือคลอไรด์และเกลือซัลเฟตซึ่งเป็นสาเหตุทำให้คอนกรีตแตกร้าวและการเกิดสนิมเหล็กจะซึมผ่านเข้าไปทำลายเนื้อคอนกรีตได้ยาก อย่างไรก็ดีการผลิตคอนกรีตผสมเถ้าลอยจะทำให้คอนกรีตพัฒนาความสามารถรับกำลังอัดตามที่กำหนดได้ช้ากว่าคอนกรีตที่มีเพียงปูนซีเมนต์เป็นตัวประสาน เพราะมีการเกิดปฏิกิริยา Hydration ในอัตราที่ช้ากว่าคอนกรีตธรรมดา จากเหตุผลดังกล่าวทำให้ในการดำเนินการก่อสร้างโครงสร้างคอนกรีตอัดแรงซึ่งต้องการกำลังรับแรงอัดสูงในระยะเวลาสั้น ต้องมีการออกแบบส่วนผสมของคอนกรีตผสมเถ้าลอยเป็นกรณีพิเศษเพื่อแก้ไขปัญหาความล่าช้าในการพัฒนาความสามารถในการรับแรงอัดของคอนกรีต

ในการควบคุมงานก่อสร้างสะพานที่ต้องใช้วัสดุปอซโซลานเป็นส่วนผสมคอนกรีต เพื่อป้องกันผลกระทบจากน้ำเค็มหรือดินเค็ม ผู้ควบคุมงานจึงควรแนะนำให้ผู้รับจ้างออกแบบส่วนผสมคอนกรีตที่ผสมเถ้าลอย (Fly Ash) โดยการใช้สารผสมเพิ่ม (Admixtures) ชนิด Superplasticizer (Type F Polycarboxylic Based) ซึ่งช่วยลดปริมาณน้ำในส่วนผสมได้มาก เมื่อปริมาณน้ำลดลงเหลือเพียงปริมาณที่เพียงพอสำหรับการทำปฏิกิริยา Hydration ที่สมบูรณ์ก็จะลดช่องว่างในเนื้อคอนกรีตที่เกิดจากการระเหยของน้ำที่เหลือจากการทำปฏิกิริยา และทำให้เนื้อคอนกรีตมีความหนาแน่นและสามารถรับกำลังอัดสูงในระยะเวลาสั้น ทั้งนี้คอนกรีตสดจะยังคงความสามารถในการไหล (Flow Ability) จึงไม่เกิดช่องว่างแบบรังผึ้ง (Honey Comb Void)

ตามมาตรฐาน ASTM-C1202 และ AASHTO T – 227 กำหนดเกณฑ์วัดคุณภาพคอนกรีต ตามตารางดังนี้

ตารางที่ 6-1 กำหนดเกณฑ์วัดคุณภาพคอนกรีตจากการซึมผ่านของคลอไรด์อิออน

ปริมาณประจุไฟฟ้าที่ไหลผ่าน (Coulombs)	เกณฑ์ความซึมผ่านได้ของคลอไรด์อิออน
> 4,000	สูง
2,000 – 4,000	ปานกลาง
1,000 – 2,000	ต่ำ
100 – 1,000	ต่ำมาก
< 100	ไม่มีการซึมผ่าน

6.2.3 ทราย

ทรายที่ใช้เป็นส่วนผสมคอนกรีตต้องเป็นทรายน้ำจืดหรือทรายบกที่มีเม็ดหยาบ คม แข็งแกร่ง สะอาดปราศจากวัสดุอื่น เช่น เปลือกหอย ดิน เถ้าถ่าน และสารอินทรีย์ต่างๆ เจือปน มีค่าพิกัดความละเอียด (Fineness Modulus) ตั้งแต่ 2.3 ถึง 3.1 และต้องผ่านการทดสอบคุณสมบัติตามมาตรฐานการทดสอบวัสดุมวลผสมคอนกรีต

6.2.4 หินหรือกรวด

หินหรือกรวดที่ใช้ผสมคอนกรีตต้องแข็งแกร่ง เหนียวไม่ผุและสะอาดปราศจากวัสดุอื่นเจือปน ขนาดใหญ่สุดต้องไม่ใหญ่กว่า 40.00 มิลลิเมตร และไม่ใหญ่กว่า 1/5 ของด้านในที่แบนที่สุดของ

แบบหล่อ และต้องไม่ใหญ่กว่า 3/4 ของช่องห่างระหว่างเหล็กเสริมแต่ละเส้นหรือแต่ละมัด และต้องผ่านการทดสอบคุณสมบัติตามมาตรฐานการทดสอบวัสดุมวลผสมคอนกรีต

6.2.5 น้ำ

น้ำที่ใช้ผสมคอนกรีตให้ใช้น้ำประปา ในกรณีที่หาน้ำประปาไม่ได้จะต้องเป็นน้ำจืดปราศจากสารที่เป็นอันตรายต่อคอนกรีตและเหล็กเสริม และต้องผ่านการทดสอบคุณสมบัติตามมาตรฐานการทดสอบน้ำที่ใช้ในงานคอนกรีต

6.2.6 กำลังอัดของคอนกรีต

1) คอนกรีตที่ใช้ในงานโครงสร้างทั่วไปของสะพานส่วนใหญ่จะมีจำนวนปูนซีเมนต์ที่ใช้ต่อคอนกรีต 1 ลูกบาศก์เมตร ต้องไม่น้อยกว่า 350 กิโลกรัม และมีแรงอัดประลัยต่ำสุดของแท่งคอนกรีตมาตรฐานขนาด 15x15x15 เซนติเมตร ไม่น้อยกว่า 300 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร หรือแท่งคอนกรีตมาตรฐานรูปทรงกระบอกขนาด 15x30 เซนติเมตร ไม่น้อยกว่า 250 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

2) งานคอนกรีตอัดแรง (Prestress Concrete) ที่ใช้สำหรับงานก่อสร้างสะพานส่วนใหญ่มักจะเหมาะกับโครงสร้างสะพานแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่หล่อมาจากโรงงานแล้วขนส่งนำมาติดตั้งในสถานที่ก่อสร้าง เช่น คานพื้นสะพาน (Plank Girder Box Girder I-Girder) เสาเข็ม และแผ่นพื้นสำเร็จรูป เป็นต้น งานคอนกรีตอัดแรงจะมีกำลังอัดคอนกรีต ไม่น้อยกว่า 420 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร สำหรับตัวอย่างแท่งคอนกรีตมาตรฐานลูกบาศก์ หรือแท่งคอนกรีตมาตรฐานรูปทรงกระบอก ไม่น้อยกว่า 350 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

6.2.7 เหล็กเสริมคอนกรีต

เหล็กเสริมคอนกรีตที่ใช้สำหรับงานโครงสร้างสะพานแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ เหล็กเส้นกลม ต้องมีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.20) : มาตรฐานเหล็กเส้นเสริมคอนกรีต (เหล็กเส้นกลม) และมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.24) : มาตรฐานเหล็กเส้นเสริมคอนกรีต (เหล็กข้ออ้อย)

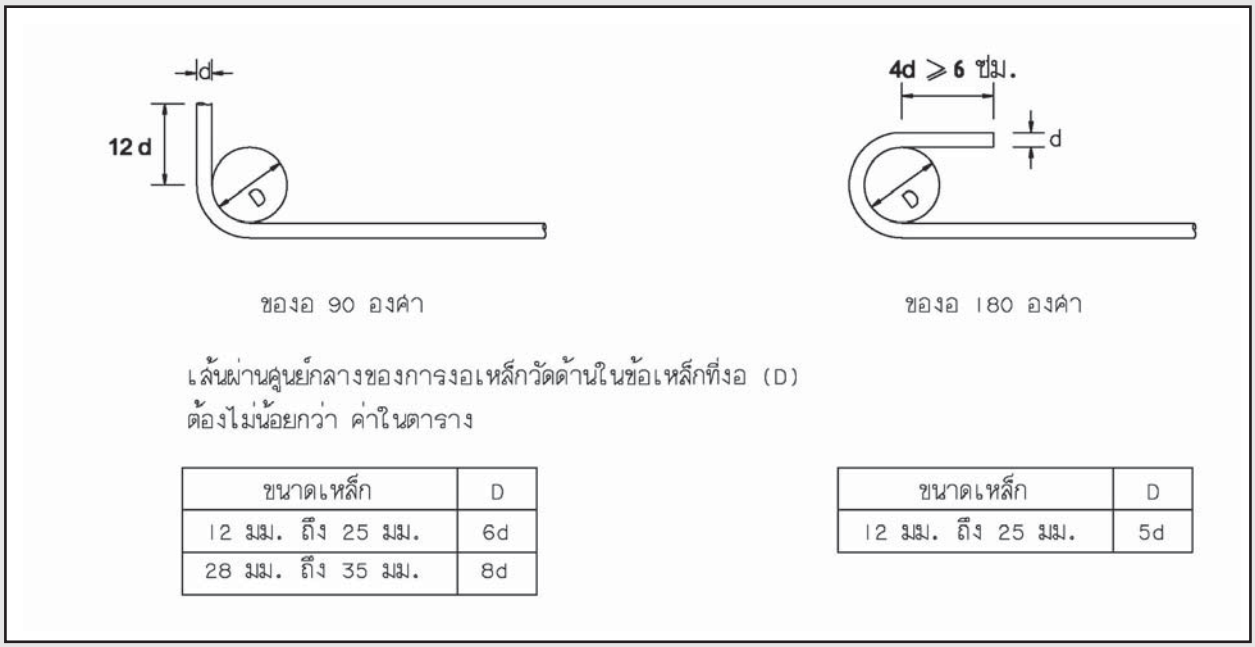
1) การดัดเหล็กเส้น ห้ามดัดเหล็กเส้นโดยวิธีเผาให้ร้อน และการดัดเหล็กเส้นจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานการดัดและต่อเหล็กเส้นที่กำหนด ดังรูปที่ 6-1 และ 6-2

2) การต่อเหล็กเสริม เหล็กเสริมของคาน พื้น นอกจากที่เป็นคานยื่นหรือพื้นยื่น หรือที่ระบุไว้ในแบบรายละเอียดจะต้องต่อเหล็กในตำแหน่งดังต่อไปนี้

- เหล็กล่างของคาน – พื้น ให้ต่อตรงบริเวณหัวเสาหรือคาน
- เหล็กบนของคาน – พื้น ให้ต่อตรงบริเวณกึ่งกลางคานหรือพื้น

3) รอยต่อของเหล็กเสริมแต่ละเส้นที่อยู่ข้างเคียง ต้องไม่อยู่ในแนวเดียวกันและควรเหลื่อมกันประมาณ 1.00 เมตร หากไม่จำเป็นห้ามต่อเหล็ก

4) การต่อเหล็กอาจทำได้โดยวิธีการ ดังรูปที่ 6-3

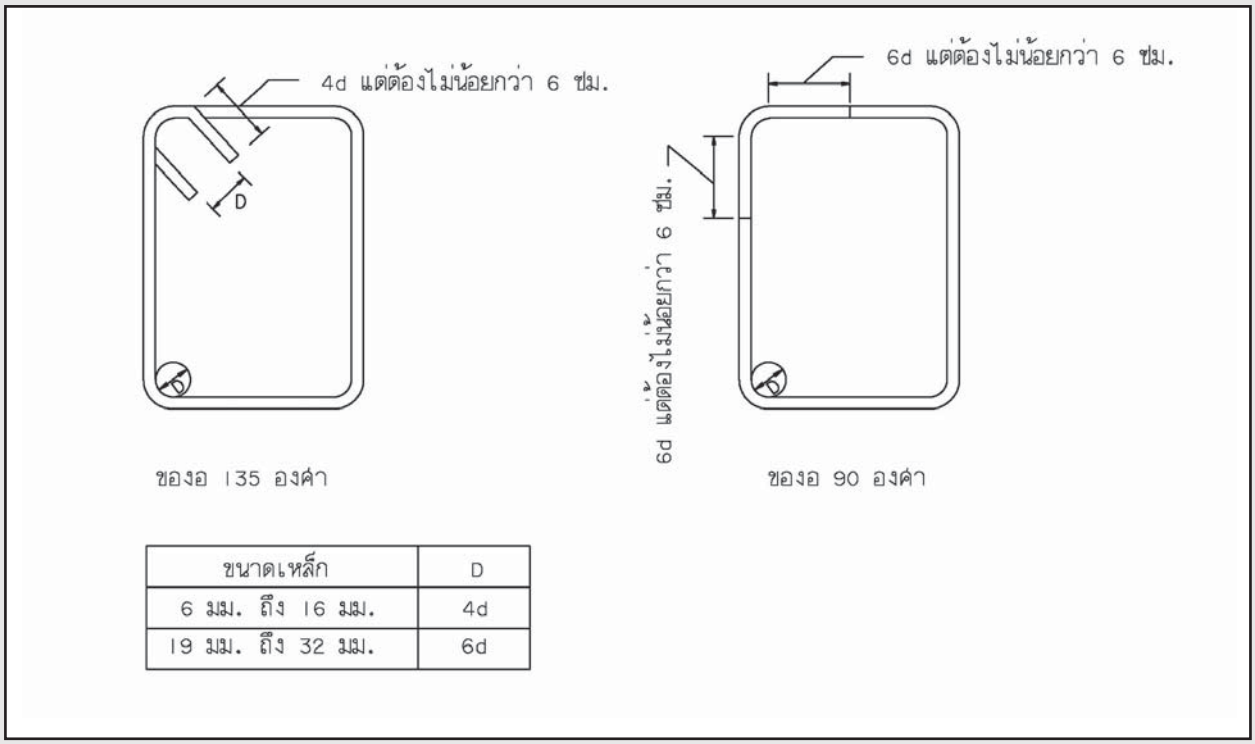


เส้นผ่านศูนย์กลางของการงอเหล็กวัดด้านในข้อเหล็กที่งอ (D)
ต้องไม่น้อยกว่า ค่าในตาราง

ขนาดเหล็ก	D
12 มม. ถึง 25 มม.	6d
28 มม. ถึง 35 มม.	8d

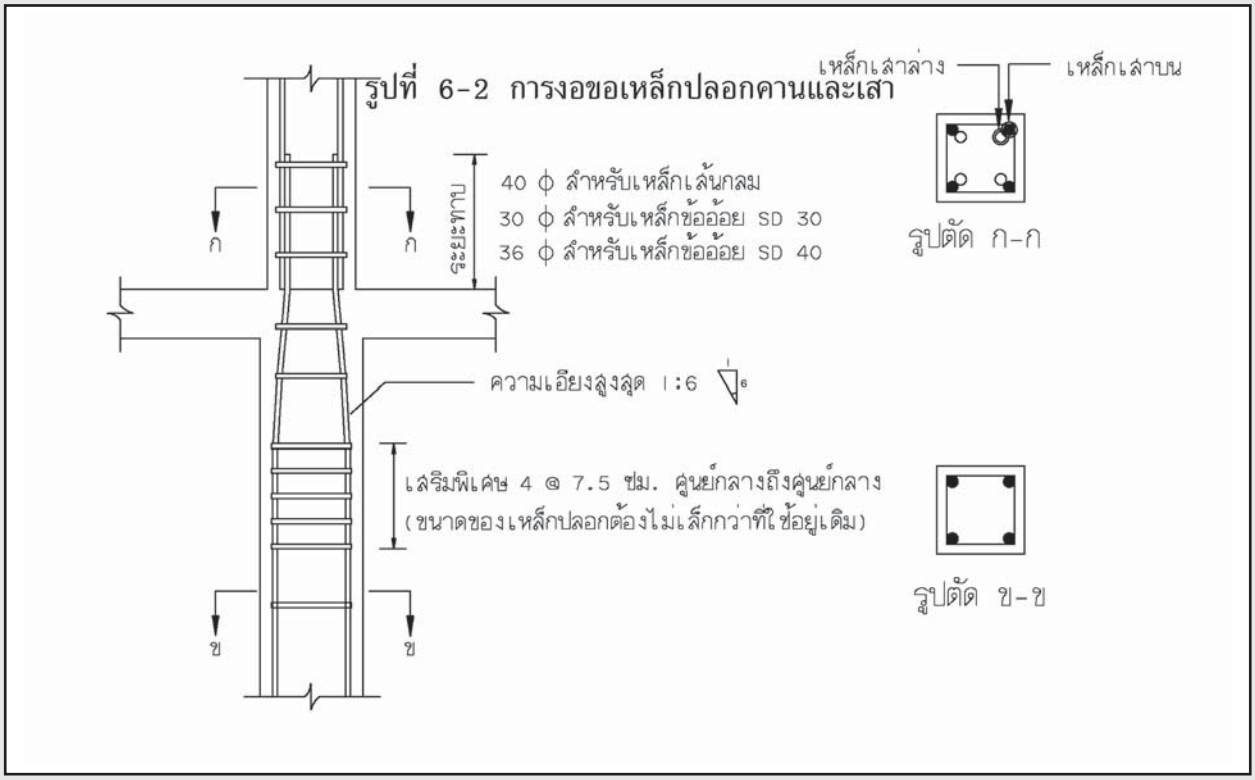
ขนาดเหล็ก	D
12 มม. ถึง 25 มม.	5d

รูปที่ 6-1 การงอขอปลายเหล็กเสริมคอนกรีต



ขนาดเหล็ก	D
6 มม. ถึง 16 มม.	4d
19 มม. ถึง 32 มม.	6d

รูปที่ 6-2 การงอขอเหล็กปลอกคานและเสา



รูปที่ 6-3 เหล็กต่อเสา

- การต่อเหล็กแบบวางทาบเหลื่อมกัน สำหรับเหล็กเส้นกลมให้วางทาบโดยให้เหลื่อมกันมีระยะยาวไม่น้อยกว่า 40 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กเส้นนั้นและปลายของเหล็กที่ต่อต้องงอขอให้ได้ตามมาตรฐานการงอเหล็กเส้นกลม ส่วนเหล็กข้ออ้อยนั้นให้วางทาบกันมีระยะยาวไม่น้อยกว่า 30 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กข้ออ้อยนั้นโดยไม่ต้องงอขอ

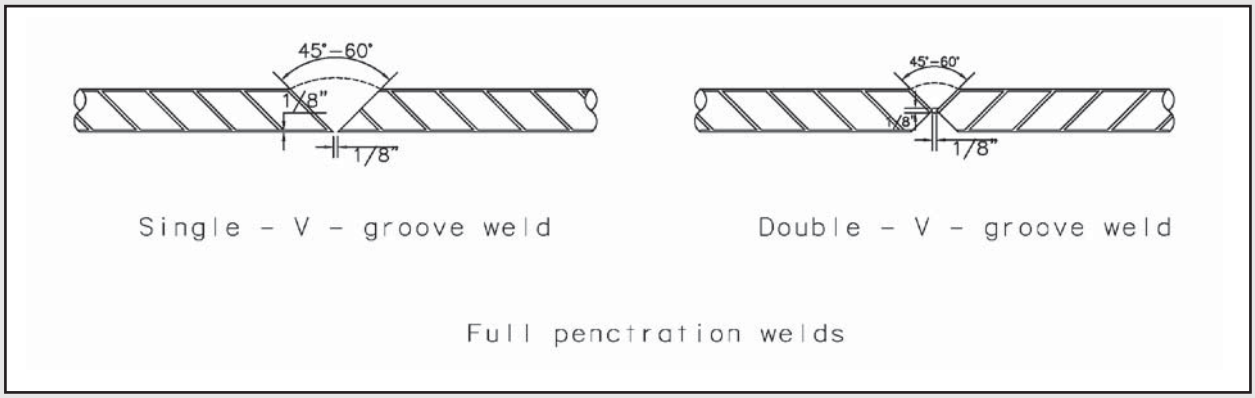
- การต่อโดยวิธีการเชื่อมด้วยไฟฟ้า ไฟฟ้าที่ใช้เชื่อมต้องมีกำลังเพียงพอ การต่อให้เชื่อมแบบต่อชน (Butt Weld) และต้องเป็นไปตามมาตรฐานของการเชื่อมต่อ รอยต่อต้องมีกำลังต้านแรงดึง (Tensile Strength) ได้ไม่น้อยกว่า 1.25 เท่าของกำลังต้านแรงดึงสูงสุดของเหล็กเส้นที่คำนวณได้จากกำลังต้านแรงดึงสูงสุด (ไม่น้อยกว่า 3,900 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร สำหรับเหล็กเส้นกลม และไม่น้อยกว่า 5,700 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร สำหรับเหล็กข้ออ้อย)

ข้อควรระวัง เกี่ยวกับงานเหล็กเสริมคอนกรีตมีดังนี้

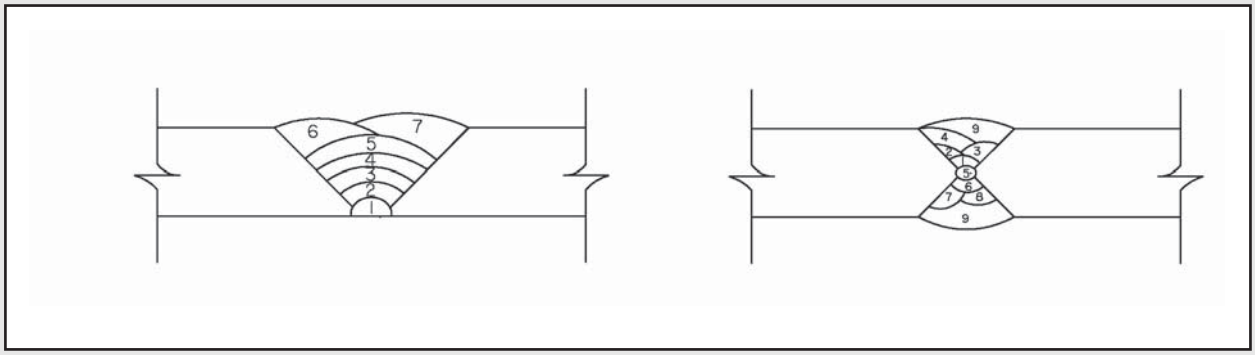
- เหล็กเส้นที่นำมาใช้ในงานก่อสร้างต้องเก็บไว้ในสถานที่ที่มีหลังคาคลุม หรือมีที่กำบังฝน และต้องเก็บไว้เหนือพื้นดินไม่น้อยกว่า 20.00 เซนติเมตร

- การเชื่อมต่อเหล็กต้องตัดปลายเหล็กทั้งสองท่อนที่นำมาเชื่อมให้เอียงลาด (45 – 60 องศา) จากนั้นให้ทำความสะอาดปลายเหล็กที่ตัดแล้วนำมาวางให้ได้แนวหรือได้ศูนย์และมีระยะห่างได้ตามมาตรฐานการเชื่อมต่อเหล็กด้วยไฟฟ้า ดังรูปที่ 6-4

- ทำการเชื่อมเป็นชั้นหรือเป็นแนว ภายหลังจากการเชื่อมแนวหนึ่งหรือชั้นหนึ่งแล้วจะต้องเคาะเอาขี้เหล็กหุ้มชั้นหรือหุ้มแนวนั้นออกทุกครั้งแล้วใช้แปรงลวดถูให้สะอาดก่อนจะทำการเชื่อมครั้งต่อไป ปฏิบัติเช่นนี้เรื่อยไปจนเชื่อมได้ความหนาเต็มตามที่กำหนด ดังรูปที่ 6-5



รูปที่ 6-4 รูปแบบการต่อเหล็กกลมและเหล็กข้ออ้อย



รูปที่ 6-5 แสดงการเชื่อมต่อเหล็กด้วยไฟฟ้า

5) ลวดเหล็ก (Prestress Wire)

ลวดเหล็กที่ใช้สำหรับงานคอนกรีตอัดแรงต้องมีคุณสมบัติทางกลตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก. 95) : มาตรฐานลวดเหล็กสำหรับงานคอนกรีตอัดแรง

- ลวดเหล็กตีเกลียวชนิด 7 เส้น (Uncoated Seven – Wire Stress – Relieved Strand) ลวดเหล็กตีเกลียวที่ใช้ต้องมีคุณสมบัติทางกลเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก. 420) : มาตรฐานลวดเหล็กตีเกลียวชนิด 7 เส้น สำหรับงานคอนกรีตอัดแรง

- การดึงลวดเหล็กและลวดเหล็กตีเกลียวชนิด 7 เส้น การตรวจสอบและควบคุมการดึงลวดเหล็กสำหรับงานคอนกรีตอัดแรงที่ใช้ในการก่อสร้างสะพานโดยปกติถ้าไม่ได้กำหนดไว้ในแบบรายละเอียดเป็นอย่างอื่น ลวดเหล็กและลวดเหล็กตีเกลียวจะทำการดึงหรือตัดได้ก็ต่อเมื่อมีค่าแรงอัดของแท่งรูปทรงกระบอกคอนกรีตมาตรฐานเส้นผ่านศูนย์กลาง 15x30 เซนติเมตร ของคอนกรีตโครงสร้างนั้นมีค่าไม่น้อยกว่าค่าที่กำหนด เช่น งานสะพานร้อยละ 85 ของแรงอัดประลัยที่กำหนดให้ หรืองานเสาเข็มร้อยละ 80 ของแรงอัดประลัยที่กำหนดให้

6.2.8 การเก็บตัวอย่างเหล็กเส้นเพื่อการทดสอบ

แนวทางปฏิบัติที่เกี่ยวกับการเก็บตัวอย่างเหล็กเส้นเพื่อส่งไปทดสอบในห้องทดสอบควรปฏิบัติดังนี้

1) ต้องตัดเหล็กเส้นทุกๆ ขนาด แต่ละขนาดยาวไม่น้อยกว่า 1.00 เมตร เพื่อทำการทดสอบคุณสมบัติทางกล

2) ให้เก็บตัวอย่างเหล็กเส้นทุกๆ ขนาด โดยใน 1 ตัวอย่างยาว 1.00 เมตร จากเหล็กเส้นเส้นหนึ่ง รวมให้ครบไม่น้อยกว่า 5 ตัวอย่าง เป็น 1 ชุด ต่อจำนวนเหล็กเส้นที่ใช้ทุกๆ 100 เส้น ต่อขนาดและเศษของ 100 เส้น อีก 1 ชุด

3) ต้องเก็บตัวอย่างจากกองเหล็กเส้นแต่ละชุดที่อยู่ในสถานที่ก่อสร้างและต้องเก็บตัวอย่างต่อหน้าผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

4) ผู้รับจ้างต้องนำส่งตัวอย่างวัสดุมายังผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเพื่อทำการทดสอบที่หน่วยราชการที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือได้ โดยค่าใช้จ่ายในการทดสอบนี้ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ออกเองทั้งสิ้น

6.2.9 การพิจารณาผลการทดสอบ

ผลการทดสอบตัวอย่างเหล็กเส้นที่ส่งไปทดสอบจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ หากผลการทดสอบไม่เป็นไปตามข้อกำหนด ให้ถือว่าเหล็กเส้นชุดนั้นไม่สามารถนำมาใช้งานได้

6.2.10 ข้อกำหนดในการก่อสร้าง (Construction Requirement) เกี่ยวกับการควบคุมคุณภาพวัสดุ

การตรวจสอบและควบคุมงานคอนกรีตอัดแรงเพื่อให้มีคุณภาพตามเกณฑ์และข้อกำหนดที่ระบุไว้ในแบบรายละเอียด ผู้ควบคุมงานควรปฏิบัติตามข้อกำหนดในการก่อสร้างดังนี้

1) คอนกรีต

- ในกรณีที่ผู้รับจ้างต้องการจะใช้สารผสมเพิ่ม (Admixture) เช่น สารที่ช่วยให้คอนกรีตแข็งตัวช้าในระยะแรกเพื่อช่วยในการปฏิบัติงานจะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างก่อน
- กรรมวิธีในการผลิตคอนกรีต เช่น การเท การบำรุงรักษา การติดตั้งไม้แบบ การควบคุมคุณภาพ การยอมรับการวัดผลของกำลังคอนกรีตและอื่นๆ ให้ถือปฏิบัติเป็นไปตามมาตรฐานงานคอนกรีตและคอนกรีตเสริมเหล็กของกรมทางหลวงชนบทหรือระบุรายละเอียดตามที่แบบกำหนดไว้

2) ลวดเหล็กและลวดเหล็กตีเกลียว

- ลวดเหล็กและลวดเหล็กตีเกลียวที่ใช้ จะต้องมีรายงานการทดสอบเกี่ยวกับความล้า (Relaxation) จากโรงงานผลิตส่งมายังผู้ว่าจ้างด้วย
- ลวดเหล็กและลวดเหล็กตีเกลียวที่ส่งมา ต้องเป็นม้วนและเป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อน
- เหล็กเสริมอื่นๆ ที่ไม่ใช่ลวดเหล็กและลวดเหล็กตีเกลียว ซึ่งนำมาใช้ในงานคอนกรีตอัดแรงนี้ จะต้องเป็นไปตามมาตรฐานงานเหล็กเสริมคอนกรีตของกรมทางหลวงชนบทหรือมาตรฐานอื่นตามที่แบบกำหนดไว้
- การเก็บตัวอย่างเพื่อส่งทดสอบ จะต้องเป็นลวดเหล็กและลวดเหล็กตีเกลียวที่เก็บต่อหน้าผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง
- การเก็บลวดตัวอย่าง ให้เก็บทุกวันที่ใช้จากที่ต้นม้วนและปลายม้วนอย่างน้อยแห่งละ 2 ตัวอย่าง แต่ละตัวอย่างต้องยาวไม่น้อยกว่า 1.00 เมตร เพื่อทำการทดสอบคุณสมบัติทางกลตาม มอก. 95 : มาตรฐานลวดเหล็กสำหรับงานคอนกรีตอัดแรง และ มอก. 420 : มาตรฐานลวดเหล็กตีเกลียวชนิด 7 เส้น สำหรับงานคอนกรีตอัดแรง